

## 18 . 海洋研究船による地球温暖化に係わる温室効果気体の 海洋における収支の観測研究

課題代表者 東京大学海洋研究所所長 小池勲夫 ([koike@ori.u-tokyo.ac.jp](mailto:koike@ori.u-tokyo.ac.jp))

### 1 . 研究の目的

温室効果ガスとして顕著な二酸化炭素やメタンの海洋における収支を、主として研究船による観測により明らかにすることで、環境分野における重点課題として設定される温暖化総合モニタリングプログラムに重要なデータをインプットする役割を果たす。また、研究船により魚類資源量の変動をモニターすることで、地球温暖化の悪影響を解析し、それを回避するための技術開発の基礎データとする。

### 2 . 研究の方法

学術研究船白鳳丸・淡青丸を用いて以下の研究を行った。北太平洋域において深層循環流を観測し、その時系列変動を解明する。陸起源物質が二酸化炭素の吸収源としての海洋の生物ポンプに与える効果とメタンガスの挙動を研究する。地球温暖化と中・大型回遊浮魚類資源量変動との関係进行分析し、その原因を明らかにする。深海底泥中に存在する低温メタン化合物を精密に分析し、地球温暖化に果たす役割の解析を行う。

### 3 . 研究の成果

#### 3 . 1 北太平洋域における深層循環流の調査研究

大西洋極域に端を発する深層循環が最も遠い北太平洋に到達するまでに海水の特性が薄れるため、研究船での高精度水塊観測（水温、塩分、溶存酸素、栄養塩などの観測）と係留系による流速の時系列測定を行い、データを解析した。その結果南太平洋西岸の深層下部（約3800m以深）を北上する深層循環流が、南緯10度のサモア水路を通過した後、約4500m以深（水温0.98以下）の部分は5000m等深線沿いに北上して東側分枝流を形成し、それ以浅の部分の多くは4000m等深線に沿って西側分枝流を形成することがわかった。これらの流れの分布を明らかにするとともに、流速変動の時間的・空間的特性を明らかにし、流量を評価した。また、深層上部（深さ2000~3000m）を南極海から北上してくる深層流の北太平洋低緯度域での流路と流速構造も明らかにした。

#### 3 . 2 陸起源物質が海洋の生物ポンプに与える影響とメタンガスの挙動研究

北太平洋全体の希土類元素マッピングから、西部北太平洋において顕著に希土類元素濃度が高いことが明らかになった。希土類元素のパターンは軽希土類元素に富んでおり、陸起源の希土類元素が供給されていることを示している。沿岸域からの濃度勾配とNd同位体比の結果から、千島列島などの島弧を起源とする希土類元素が水平方向に輸送されていると考えられる。海水中の鉄についても、西部北太平洋表層は東部に比べて顕著に高い。この希土類元素との分布の類似性は、大気から降下する鉱物粒子以外にも鉄の供給源（沿岸域からの水平輸送）を考慮する必要があることを示唆しており、海洋の生物ポンプ活動に大きな影響を与えていることが示唆される。

海水中のメタンガスは、深度100 m程度の亜表層に生物活動由来の濃度極大を持つこと、また深層水中では海底湧水由来のメタンが微生物によって速やかに酸化分解されることが、メタンの炭素同位体比の高精度分析から明らかになった。また、海底堆積物中のメタンガスの分布と挙動を調査し、メタンの起源（微生物活動起源か有機物の熱分解起源か）や、ガスハイドレート層との関連について考察を進めた。

#### 3 . 3 地球温暖化と中・大型回遊浮魚類資源量変動との関係

北太平洋亜熱帯循環系に属する北赤道海流域や黒潮上流域では、ニホンウナギやクロマグロなどのような大規模回遊魚の産卵場となっており、この海域における卵・稚仔の輸送環境を含めた環境要因の変動は、それらの資源量変動に重大な影響を与えていると考えられる。2002年の研究航海はエルニーニョの発生初期にあたり、北赤道海流域では降雨による南から北への低塩分水の張り出しが弱まり、通常、北緯15度付近にある塩分フロントが北緯12度付近に南下している様子が観測された。東経137度線での塩分フロントの水平勾配が一番大きい場所は、北緯12~13度にあり、それを越えた北緯12度で本航海の最小個体および最大採集個体数が得られた。この結果は、ニホンウナギの産卵回遊に果たす塩分フロントの極めて重要な役割を強く裏付けるものである。また本航海では、エルニーニョに伴って北赤道海流域の塩分フロントが南下し、さらにはニホンウナギの産卵場が南下することによって、ニホンウナギ幼生

の採集位置も塩分フロントの位置と同期して南下するのかどうかの検証が大きな目的の一つであったが、今回の結果はそれを実証するものであり、ニホンウナギの産卵回遊に果たす塩分フロントの役割を明らかにすることができた。2004年の研究航海では、海洋構造がエルニーニョ発生年とは逆のトレンドであり、明瞭な塩分フロントは認められず、それに伴う海水懸濁物質の炭素窒素安定同位体比の変動は計測されなかった。それにも関わらず、幼生の炭素窒素安定同位体比のC-N mapからは、炭素・窒素の有意な傾きが認められ、成長または生息環境の違いに伴う摂餌物の違いが示唆された。

### 3.4 深海底泥中の低温メタン化合物が地球温暖化に果たす役割の解析

海底に堆積した有機物は微生物や熱によって分解し、メタンガスなどの炭化水素ガスを発生する。メタンガスは二酸化炭素の約12倍の温室効果を有するとされるため、海底からのメタンの湧出の研究は地球温暖化を評価する上で重要である。本研究は遠州灘沖の第2渥美海丘の海底地質とメタン湧出の産状、地震探査記録の高精度処理によるメタンハイドレートBSRの分布から、海底メタン湧出状況の把握と規模の推定方法の検討を行った。海丘南峰の北側斜面には20以上の炭酸塩チムニーが発見された。このチムニーは、直径50cm～1m、高さ最大3mで、比較的平坦な海底面にほぼ垂直に立っており、細粒～中粒の砂岩で炭酸塩の析出によりかなり硬質となっている。炭酸塩チムニーには、シロウリガイの貝殻片が多数含まれ、また層理面も認められることから海底下で形成されたものと考えられる。炭酸塩の析出は湧出するメタンガスの海底近傍での酸化によるものとみられる。炭酸塩クラストの露出はチムニーの地点のやや南側から南西方向に帯状の分布を示す。炭酸塩クラストは、メタンの酸化によって生じた炭酸と海水中のカルシウムイオンとが結びつき形成される。したがって、堆積層中の炭酸塩量を見積もることによって、メタンのおおよその湧出量を推定することができる。

メタンハイドレートの形成は温度圧力に依存することから、BSR深度より海底下の温度を知ることが可能である。東海沖のBSRから推定された地殻熱流量は50～60 mW/m<sup>2</sup> 前後の値を示す。一方、反射法地震探査断面では南峰頂部に向かって水深（圧力）の減少の効果以上にBSR深度が浅くなる構造が認められる。このような構造の形成要因としては、高い地殻熱流量、速い地震波速度、エタン・プロパンガス等の混入が考えられる。海底直上水の予察的な分

析結果によると、ハイドレートの安定領域を変化させるほどエタン等の高分子の炭化水素ガスの含有の証拠は得られていない。また、熱流量は南峰でのみ異常に高い値を示していることがわかった。一方、海底付近が高地震波速度の炭酸塩クラストで覆われているとした場合の地震波速度と熱伝導率を用いて熱流量を推定した結果、南峰頂部が周囲よりやや高い熱流量となることが分かる。BSR深度の異常については、炭酸塩クラストの高速度異常のみによって浅いBSRは説明することは難しく、流体湧出による温度の上昇とメタンの酸化によるクラストの形成の両方の要因による可能性が考えられる。

### 4. 今後の課題

海洋物理分野では北東太平洋海盆に集まった深層水が湧昇して深層上部を流れる、いわゆるオーバーターンを明らかにして太平洋深層循環の三次元構造を解明する。海洋化学分野では南太平洋、南大洋において希土類元素のマッピングを行う。また陸起源物質の供給を定量的に扱うための観測を行う。これらのデータから生物ポンプの時空間変動について詳細に検討を進める。海洋生物・資源分野では北赤道海流域での学術研究船による観測を今後も継続し、食物連鎖の過程を包括したエルニーニョ発生に伴う生物への影響を定量的に解明し、地球環境変動が資源量変動に果たすメカニズムの解明を目指す。海洋地質学分野では深海底の炭酸塩クラストの量からメタンの炭素量を推定したが、フラックスとして計算するために、クラスト形成の時間軸を入れる手法の導入を行う。

### 5. 成果文献

- 芦寿一郎ほか、2004: 遠州灘沖第2渥美海丘の地質構造と冷水湧水, *JAMSTEC深海研究*, 24, 1-11.
- Kawabe, M. et al., 2003: Deep-water circulation at low latitudes in the western North Pacific, *Deep-Sea Res.*, Part 1, 50 (5), 631-656.
- Nozaki, Y. and D. S. Alibo, 2003: Importance of vertical geochemical processes in controlling the oceanic profiles of dissolved rare earth elements in the northeastern Indian Ocean, *Earth and Planetary Science Letters*, 205 (3-4): 155-172.
- Kimura, S., 2003: Larval transport of the Japanese eel. in *Eel Biology*. Springer-Verlag, pp.497, 169-179.